

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-006096

(43)Date of publication of application : 12.01.2001

(51)Int.Cl.

G08G 1/16

B60R 1/00

B60R 21/00

G01B 11/24

G06T 7/00

G06T 7/20

H04N 7/18

(21)Application number : 11-176727

(71)Applicant : HONDA MOTOR CO LTD

(22)Date of filing : 23.06.1999

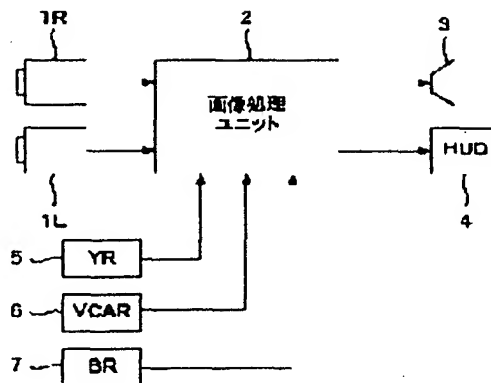
(72)Inventor : TSUJI TAKAYUKI
NAGAOKA SHINJI
WATANABE MASATO
HATTORI HIROSHI

(54) PERIPHERAL PART MONITORING DEVICE FOR VEHICLE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a peripheral part monitoring device for vehicle in which a caution to a driver can be more appropriately performed by discriminating the possibility of collision by more exactly detecting the motion of an object such as animal existent around a vehicle.

SOLUTION: The position of an object around the vehicle on a three-dimensional coordinate is detected from images provided by two infrared cameras 1R and 1L. On the basis of plural time sequential position detection data concerning one object, the position of that object in a real space is calculated and the moving vector of the object is calculated from that real space position. On the basis of the moving vector calculated like this, the possibility of collision between that object and the relevant vehicle is discriminated. The moving vector is calculated by calculating an approximate straight line for approximating the relative moving locus of the object and correcting the detection position data while using that approximate straight line.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

26.11.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-6096

(P2001-6096A)

(43) 公開日 平成13年1月12日 (2001.1.12)

| (51) Int.Cl. ⁷ | 識別記号 | F I | テマコード ⁷ (参考) |
|---------------------------|-------|---------------|-------------------------|
| G 0 8 G 1/16 | | G 0 8 G 1/16 | C 2 F 0 6 5 |
| B 6 0 R 1/00 | | B 6 0 R 1/00 | A 5 B 0 5 7 |
| | 21/00 | H 0 4 N 7/18 | J 5 C 0 5 4 |
| G 0 1 B 11/24 | | B 6 0 R 21/00 | 6 2 4 C 5 H 1 8 0 |
| G 0 6 T 7/00 | | G 0 1 B 11/24 | A 5 L 0 9 6 |

審査請求 未請求 請求項の数3 -OL (全13頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平11-176727

(22) 出願日 平成11年6月23日 (1999.6.23)

(71) 出願人 000005326

本田技研工業株式会社

東京都港区南青山二丁目1番1号

(72) 発明者 辻 孝之

埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社
本田技術研究所内

(72) 発明者 長岡 伸治

埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社
本田技術研究所内

(74) 代理人 100105119

弁理士 新井 孝治

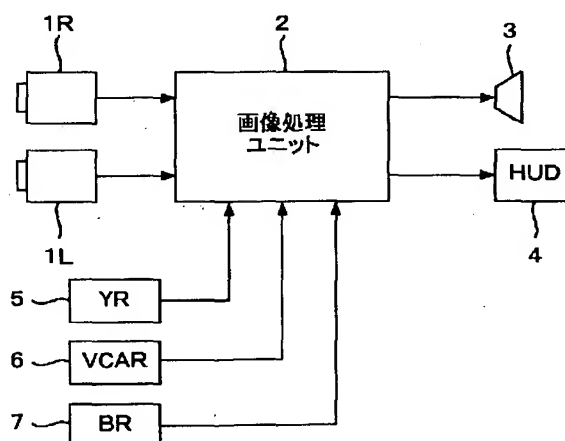
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 車両の周辺監視装置

(57) 【要約】

【課題】 車両周辺に存在する動物などの対象物の動きをより正確に検出して衝突の可能性を判定し、運転者への警報をより適切に行うことができる車両の周辺監視装置を提供する。

【解決手段】 2つの赤外線カメラ1R, 1Lにより得られる画像から、車両周辺の対象物の3次元座標上の位置を検出する。1つの対象物についての時系列の複数の位置検出データに基づいてその対象物の実空間での位置を算出し、その実空間位置から対象物の移動ベクトルを算出する。そのようにして算出された移動ベクトルに基づいてその対象物と当該車両との衝突の可能性を判定する。移動ベクトルは、対象物の相対移動軌跡を近似する近似直線を算出し、その近似直線を用いて検出位置データを補正することにより算出する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 車両に搭載された撮像手段により得られる画像から当該車両の周辺に存在する対象物を検出する車両の周辺監視装置において、前記撮像手段により得られる画像から前記対象物の当該車両に対する相対位置を位置データとして検出する相対位置検出手段と、該相対位置検出手段により検出される、前記対象物についての時系列の複数の位置データに基づいてその対象物の実空間での位置を算出し、その実空間位置から移動ベクトルを算出する移動ベクトル算出手段と、前記移動ベクトルに基づいて当該車両と衝突する可能性の高い対象物を判定する判定手段とを備えることを特徴とする車両の周辺監視装置。

【請求項2】 前記移動ベクトル算出手段は、前記対象物の相対移動軌跡を近似する近似直線を算出し、その近似直線を用いて前記位置データを補正することにより前記移動ベクトルを算出することを特徴とする請求項1に記載の車両の周辺監視装置。

【請求項3】 前記判定手段は、当該車両の車幅に応じた衝突判定条件を用いて前記判定を行うことを特徴とする請求項1または2に記載の車両の周辺監視装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、鹿、熊等の大型動物との衝突は車両走行に影響を与えるため、衝突を回避すべく、車両に搭載された撮像手段により得られる画像から、当該車両に衝突するおそれのある対象物を検出するために、当該車両の周辺を監視する周辺監視装置に関する。

【0002】

【従来の技術】車両に2つのCCDカメラを搭載し、2つのカメラから得られる画像のずれ、すなわち視差に基づいて、対象物と当該車両との距離を検出し、車両の30～60m前方の歩行者を検出するようにした横断物の検出装置が従来より知られている(特開平9-226490号公報)。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら上記従来の装置は、カメラにより得られる画像に基づいて検出した対象物のオブティカルフローの方向をそのまま使用して、衝突の可能性を判定しているため、自車両と対象物との相対距離や車速によっては判定精度が低下するという問題があった。すなわち、例えば動体の速度に比べて車速が大きい場合には、実際には道路の中心に向かって移動している動体に対応する画像上のオブティカルフローが道路の外側に向かうベクトルとなつてとらえられることがあり、誤判定が発生する。

【0004】本発明はこの点に着目してなされたものであり、車両周辺に存在する対象物の動きをより正確に検

出して衝突の可能性を判定し、運転者への警報をより適切に行うことができる車両の周辺監視装置を提供することを目的とする。

【0005】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため請求項1に記載の発明は、車両に搭載された撮像手段により得られる画像から当該車両の周辺に存在する対象物を検出する車両の周辺監視装置において、前記撮像手段により得られる画像から前記対象物の当該車両に対する相対位置を位置データとして検出する相対位置検出手段と、該相対位置検出手段により検出される、前記対象物についての時系列の複数の位置データに基づいてその対象物の実空間での位置を算出し、その実空間位置から移動ベクトルを算出する移動ベクトル算出手段と、前記移動ベクトルに基づいて当該車両と衝突する可能性の高い対象物を判定する判定手段とを備えることを特徴とする。

【0006】この構成によれば、撮像手段により得られる画像から対象物の当該車両に対する相対位置が位置データとして検出され、対象物についての時系列の複数の位置データに基づいてその対象物の実空間での位置が算出され、その実空間位置から移動ベクトルが算出され、この移動ベクトルに基づいて当該車両と衝突する可能性の高い対象物が判定されるので、従来の装置のような誤判定が発生することがなく、衝突可能性の判定精度を向上させることができる。

【0007】請求項2に記載の発明は、請求項1または2に記載の車両の周辺監視装置において、前記移動ベクトル算出手段は、前記対象物の相対移動軌跡を近似する近似直線を算出し、その近似直線を用いて前記位置データを補正することにより前記移動ベクトルを算出することを特徴とする。

【0008】この構成によれば、対象物の相対移動軌跡を近似する近似直線が算出され、その近似直線を用いて位置データを補正することにより移動ベクトルが算出されるので、位置データの検出誤差の影響を軽減して衝突の可能性をより正確に判定することができる。

【0009】請求項3に記載の発明は、請求項1または2に記載の車両の周辺監視装置において、前記判定手段は、当該車両の車幅に応じた衝突判定条件を用いて前記判定を行うことを特徴とする。この構成によれば、当該車両の車幅に応じた衝突判定条件を用いて衝突の可能性が判定されるので、衝突の可能性をより一層正確に判定し、無用の警報を発することを防止することができる。

【0010】前記近似直線算出手段は、対象物の高さのデータを含めた3次元直線として前記近似直線を算出することが望ましい。これにより、道路に起伏がある場合でも正確な判定が可能となる。前記撮像手段は、赤外線を検出可能な2つの赤外線カメラとすることが望ましい。これにより、運転者が確認し難い夜間走行時に動物

や走行中の車両などを容易に抽出することができる。

【0011】前記撮像手段は、赤外線または可視光線を検出する2つのテレビカメラであり、一方のカメラの出力画像に含まれる対象物像の位置に基づいて、この対象物像に対応する他方のカメラの出力画像に含まれる対象物像を探索する探索領域を設定し、探索領域内で相関演算を行って前記対応対象物像を特定し、前記対象物像と対応対象物像との視差から当該車両から前記対象物までの距離を算出する。そして、前記相関演算は、中間階調情報を含むグレースケール信号を用いて行うことが望ましい。2値化した信号ではなく、グレースケール信号を用いることにより、より正確な相関演算が可能となり、対応対象物像を誤って特定することを回避できる。

【0012】前記近似直線算出手段は、前記グレースケール信号を2値化した信号を用いて、前記撮像手段の出力画像内を移動する対象物の追跡を行う。この場合、追跡対象物は、ランレングス符号化したデータにより認識することが望ましい。これにより、追跡する対象物についてのデータ量を低減しメモリ容量を節約することができる。

【0013】また、追跡対象物の同一性は、重心位置座標、面積及び外接四角形の縦横比に基づいて判定することが望ましい。これにより、対象物の同一性の判定を正確に行うことができる。前記判定手段により対象物との衝突の可能性が高いと判定されたとき、運転者に警告を発する警報手段を備え、該警報手段は、運転者がブレーキ操作を行っている場合であって、そのブレーキ操作による加速度が所定閾値より大きいときは、警報を発しないようにすることが望ましい。運転者がすでに対象物に気づいて適切なブレーキ操作を行っている場合は警告を発しないようにして、運転者によけいな煩わしさを与えないようにすることができる。

【0014】

【発明の実施の形態】以下本発明の実施の形態を図面を参照して説明する。図1は本発明の一実施形態にかかる車両の周辺監視装置の構成を示す図であり、この装置は、遠赤外線を検出可能な2つの赤外線カメラ1R、1Lと、当該車両のヨーレートを検出するヨーレートセンサ5と、当該車両の走行速度（車速）VCARを検出する車速センサ6と、ブレーキの操作量を検出するためのブレーキセンサ7と、これらのカメラ1R、1Lによって得られる画像データの基づいて車両前方の動物等の対象物を検出し、衝突の可能性が高い場合に警報を発する画像処理ユニット2と、音声で警報を発するためのスピーカ3と、カメラ1Rまたは1Lによって得られる画像を表示するとともに、衝突の可能性が高い対象物を運転者に認識させるためのヘッドアップディスプレイ（以下「HUD」という）4とを備えている。

【0015】カメラ1R、1Lは、図2に示すように車両10の前部に、車両10の横方向の中心軸に対しては

ば対象な位置に配置されており、2つのカメラ1R、1Lの光軸が互いに平行となり、両者の路面からの高さが等しくなるように固定されている。赤外線カメラ1R、1Lは、対象物の温度が高いほど、その出力信号レベルが高くなる（輝度が増加する）特性を有している。

【0016】画像処理ユニット2は、入力アナログ信号をデジタル信号に変換するA/D変換回路、デジタル化した画像信号を記憶する画像メモリ、各種演算処理を行うCPU（Central Processing Unit）、CPUが演算途中のデータを記憶するために使用するRAM（Random Access Memory）、CPUが実行するプログラムやテーブル、マップなどを記憶するROM（Read Only Memory）、スピーカ3の駆動信号、HUD4の表示信号などを出力する出力回路などを備えており、カメラ1R、1L及びセンサ5～7の出力信号は、デジタル信号に変換されて、CPUに入力されるように構成されている。HUD4は、図2に示すように、車両10のフロントウィンドウの、運転者の前方位置に画面4aが表示されるように設けられている。

【0017】図3は画像処理ユニット2における処理の手順を示すフローチャートであり、先ずカメラ1R、1Lの出力信号をA/D変換して画像メモリに格納する（ステップS11、S12、S13）。画像メモリに格納される画像は、輝度情報を含んだグレースケール画像である。図5（a）（b）は、それぞれはカメラ1R、1Lによって得られるグレースケール画像（カメラ1Rにより右画像が得られ、カメラ1Lにより左画像が得られる）を説明するための図であり、ハッチングを付した領域は、中間階調（グレー）の領域であり、太い実線で囲んだ領域が、輝度レベルが高く（高温で）、画面上に白色として表示される対象物の領域（以下「高輝度領域」という）である。右画像と左画像では、同一の対象物の画面上の水平位置がずれて表示されるので、このずれ（視差）によりその対象物までの距離を算出することができる。

【0018】図3のステップS14では、右画像を基準画像とし、その画像信号の2値化、すなわち、実験的に決定される輝度閾値ITHより明るい領域を「1」（白）とし、暗い領域を「0」（黒）とする処理を行う。図6に図5（a）の画像を2値化した画像を示す。この図は、ハッチングを付した領域が黒であり、太い実線で囲まれた高輝度領域が白であることを示している。

【0019】続くステップS15では、2値化した画像データをランレングスデータに変換する処理を行う。図7（a）はこれを説明するための図であり、この図では2値化により白となった領域を画素レベルでラインL1～L8として示している。ラインL1～L8は、いずれもy方向には1画素の幅を有しており、実際にはy方向には隙間なく並んでいるが、説明のために離間して示している。またラインL1～L8は、x方向にはそれぞれ

2画素、2画素、3画素、8画素、7画素、8画素、8画素、8画素の長さを有している。ランレングスデータは、ラインL1～L8を各ラインの開始点(各ラインの左端の点)の座標と、開始点から終了点(各ラインの右端の点)までの長さ(画素数)とで示したものである。例えばラインL3は、(x3, y5)、(x4, y5)及び(x5, y5)の3画素からなるので、ランレングスデータとしては、(x3, y5, 3)となる。

【0020】ステップS16、S17では、図7(b)に示すように対象物のラベリングをすることにより、対象物を抽出する処理を行う。すなわち、ランレングスデータ化したラインL1～L8のうち、y方向に重なる部分のあるラインL1～L3を1つの対象物1とみなし、ラインL4～L8を1つの対象物2とみなし、ランレングスデータに対象物ラベル1, 2を付加する。この処理により、例えば図6に示す高輝度領域が、それぞれ対象物1から4として把握されることになる。

【0021】ステップS18では図7(c)に示すように、抽出した対象物の重心G、面積S及び破線で示す外接四角形の縦横比ASPECTを算出する。面積Sは、ランレングスデータの長さを同一対象物について積算することにより算出し、重心Gの座標は、面積Sをx方向に2等分する線のx座標及びy方向に2等分する線のy座標として算出し、縦横比ASPECTは、図7(c)に示すDyとDxとの比Dy/Dxとして算出する。なお、重心Gの位置は、外接四角形の重心位置で代用してもよい。

【0022】ステップS19では、対象物の時刻間追跡、すなわちサンプリング周期毎に同一対象物の認識を行う。アナログ量としての時刻tをサンプリング周期で離散化した時刻をkとし、図8(a)に示すように時刻kで対象物1, 2を抽出した場合において、時刻(k+1)で抽出した対象物3, 4と、対象物1, 2との同一性判定を行う。具体的には、以下の同一性判定条件1)～3)を満たすときに、対象物1, 2と対象物3, 4とは同一であると判定し、対象物3, 4をそれぞれ1, 2というラベルに変更することにより、時刻間追跡が行われる。

【0023】1) 時刻kにおける対象物i(=1, 2)の画像上での重心位置座標を、それぞれ(x_i(k), y_i(k))とし、時刻(k+1)における対象物j(=3, 4)の画像上での重心位置座標を、(x_j(k+1), y_j(k+1))としたとき、
 $|x_j(k+1) - x_i(k)| < \Delta x$
 $|y_j(k+1) - y_i(k)| < \Delta y$
 であること。ただし、 Δx 、 Δy は、それぞれx方向及びy方向の画像上の移動量の許容値である。

【0024】2) 時刻kにおける対象物i(=1, 2)の画像上での面積をS_i(k)とし、時刻(k+1)における対象物j(=3, 4)の画像上での面積をS_j

(k+1)としたとき、

$$S_j(k+1)/S_i(k) < 1 \pm \Delta S$$

であること。ただし、 ΔS は面積変化の許容値である。

【0025】3) 時刻kにおける対象物i(=1, 2)の外接四角形の縦横比をASPECT_i(k)とし、時刻(k+1)における対象物j(=3, 4)の外接四角形の縦横比をASPECT_j(k+1)としたとき、
 $ASPECT_j(k+1)/ASPECT_i(k) < 1 \pm \Delta ASPECT$

であること。ただし、 $\Delta ASPECT$ は縦横比変化の許容値である。

【0026】図8(a)と(b)とを対比すると、各対象物は画像上での大きさが大きくなっているが、対象物1と3とが上記同一性判定条件を満たし、対象物2と4とが上記同一性判定条件を満たすので、対象物3, 4はそれぞれ対象物1, 2と認識される。このようにして認識された各対象物の(重心の)位置座標は、時系列位置データとしてメモリに格納され、後の演算処理に使用される。なお以上説明したステップS14～S19の処理は、2値化した基準画像(本実施形態では、右画像)について実行する。

【0027】図3のステップS20では、車速センサ6により検出される車速VCAR及びヨーレートセンサ5より検出されるヨーレートYRを読み込み、ヨーレートYRを時間積分することにより、自車両10の回頭角 θ_r (図14参照)を算出する。

【0028】一方、ステップS31～S33では、ステップS19、S20の処理と平行して、対象物と自車両10と距離zを算出する処理を行う。この演算はステップS19、S20より長い時間を要するため、ステップS19、S20より長い周期(例えばステップS11～S20の実行周期の3倍程度の周期)で実行される。

【0029】ステップS31では、基準画像(右画像)の2値化画像によって追跡される対象物の中の1つを選択することにより、図9(a)に示すように右画像から探索画像R1(ここでは、外接四角形で囲まれる領域全体を探索画像とする)を抽出する。続くステップS32では、左画像中から探索画像に対応する画像(以下「対応画像」という)を探索する探索領域を設定し、相関演算を実行して対応画像を抽出する。具体的には、探索画像R1の各頂点座標に応じて左画像中に図9(b)に示すように、探索領域R2を設定し、探索領域R2内で探索画像R1との相関の高さを示す輝度差分総和値C(a, b)を下記式(1)により算出し、この総和値C(a, b)が最小となる領域を対応画像として抽出する。なお、この相関演算は、2値画像ではなくグレースケール画像を用いて行う。また同一対象物についての過去の位置データがあるときは、その位置データに基づいて探索領域R2より狭い領域R2a(図9(b)に破線で示す)を探索領域として設定する。

【数1】

$$C(a, b) = \sum_{n=0}^{N-1} \sum_{m=0}^{M-1} |IL(a+m-M, b+n-N) - IR(m, n)| \quad (1)$$

【0030】ここで、 $IR(m, n)$ は、図10に示す探索画像R1内の座標 (m, n) の位置の輝度値であり、 $IL(a+m-M, b+n-N)$ は、探索領域内の座標 (a, b) を基点とした、探索画像R1と同一形状の局所領域R3内の座標 (m, n) の位置の輝度値である。基点の座標 (a, b) を変化させて輝度差分総和値 $C(a, b)$ が最小となる位置を求めることにより、対応画像の位置が特定される。

【0031】ステップS32の処理により、図11に示すように探索画像R1と、この対象物に対応する対応画像R4とが抽出されるので、ステップS33では、探索画像R1の重心位置と、画像中心線LCTRとの距離 dR （画素数）及び対応画像R4の重心位置と画像中心線LCTRとの距離 dL （画素数）を求め、下記式（2）に適用して、自車両10と、対象物との距離 z を算出する。

【数2】

$$z = \frac{B \times F}{(dL + dR) \times p} = \frac{B \times F}{\Delta d \times p} \quad (2)$$

【0032】ここで、 B は基線長、すなわち図12に示すようにカメラ1Rの撮像素子11Rの中心位置と、カメラ1Lの撮像素子11Lの中心位置との水平方向（ x 方向）の距離（両カメラの光軸の間隔）、 F はレンズ12R、12Lの焦点距離、 p は、撮像素子11R、11L内の画素間隔であり、 $\Delta d (=dR + dL)$ が視差量である。

【0033】ステップS21では、画像内の座標 (x, y) 及び式（2）により算出した距離 z を下記式（3）に適用し、実空間座標 (X, Y, Z) に変換する。ここで、実空間座標 (X, Y, Z) は、図13(a)に示すように、カメラ1R、1Lの取り付け位置の midpoint の位置（自車両10に固定された位置）を原点 O として、図示のように定め、画像内の座標は同図(b)に示すように、画像の中心を原点として水平方向を x 、垂直方向を y と定めている。

【数3】

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} xc \times z / f \\ yc \times z / f \\ z \end{bmatrix} \quad (3)$$

$$f = F/p$$

【0034】ここで、 (xc, yc) は、右画像上の座標 (x, y) を、カメラ1Rの取り付け位置と、実空間原点 O との相対位置関係に基づいて、実空間原点 O と画

$$(X - X_{av}) / l_x = (Y - Y_{av}) / l_y = (Z - Z_{av}) / l_z$$

…(5a)

【0038】図16は、近似直線LMVを説明するため

像の中心とを一致させた仮想的な画像内の座標に変換したものである。また f は、焦点距離 F と画素間隔 p との比である。

【0035】ステップS22では、自車両10が回頭することによる画像上の位置ずれを補正するための回頭角補正を行う。図14に示すように、時刻 k から $(k+1)$ までの期間中に自車両が例えば左方向に回頭角 θ_r だけ回頭すると、カメラによって得られる画像上では、図15に示すように Δx だけ x 方向にずれるので、これを補正する処理である。具体的には、下記式（4）に実空間座標 (X, Y, Z) を適用して、補正座標 (X_r, Y_r, Z_r) を算出する。算出した実空間位置データ (X_r, Y_r, Z_r) は、対象物毎に対応づけてメモリに格納する。なお、以下の説明では、回頭角補正後の座標を (X, Y, Z) と表示する。

【数4】

$$\begin{bmatrix} X_r \\ Y_r \\ Z_r \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos \theta_r & 0 & -\sin \theta_r \\ 0 & 1 & 0 \\ \sin \theta_r & 0 & \cos \theta_r \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} \quad (4)$$

【0036】ステップS23では、図16に示すように同一対象物について、 ΔT の期間内に得られた、回頭角補正後の N 個の実空間位置データ（例えば $N=10$ 程度）、すなわち時系列データから、対象物と自車両10との相対移動ベクトルに対応する近似直線LMVを求める。具体的には、近似直線LMVの方向を示す方向ベクトル $L = (l_x, l_y, l_z)$ （ $|L|=1$ ）とすると、下記式（5）で表される直線を求める。

【数5】

$$\begin{aligned} X &= u \cdot l_x + X_{av} \\ Y &= u \cdot l_y + Y_{av} \\ Z &= u \cdot l_z + Z_{av} \end{aligned} \quad (5)$$

$$X_{av} = \sum_{j=0}^{N-1} X(j) / N$$

$$Y_{av} = \sum_{j=0}^{N-1} Y(j) / N$$

$$Z_{av} = \sum_{j=0}^{N-1} Z(j) / N$$

【0037】ここで u は、任意の値をとる媒介変数であり、 X_{av} 、 Y_{av} 及び Z_{av} は、それぞれ実空間位置データ列の X 座標の平均値、 Y 座標の平均値及び Z 座標の平均値である。なお、式（5）は媒介変数 u を消去すれば下記式（5a）のようになる。

の図であり、同図の $P(0)$ 、 $P(1)$ 、 $P(2)$ 、

…、 $P(N-2)$ 、 $P(N-1)$ が回頭角補正後の時系列データを示し、近似直線LMVは、この時系列データの平均位置座標 $P_{av} = (X_{av}, Y_{av}, Z_{av})$ を通り、各データ点からの距離の2乗の平均値が最小となるような直線として求められる。ここで各データ点の座標を示す P に付した $()$ 内の数値はその値が増加するほど過去のデータであることを示す。例えば、 $P(0)$ は最新の位置座標、 $P(1)$ は1サンプル周期前の位置座標、 $P(2)$ は2サンプル周期前の位置座標を

$$s = 1x \cdot DX(j) + 1y \cdot DY(j) + 1z \cdot DZ(j) \quad (6)$$

【0040】各データ点の座標の分散共分散行列 V は、下記式(7)で表され、この行列の固有値 σ が内積 s の分散に相当するので、この行列から算出される3つの固有値のうち最大の固有値に対応する固有ベクトルが求める方向ベクトル L となる。なお、式(7)の行列から固

$$V = \frac{1}{N-1} \begin{bmatrix} \sum_{j=0}^{N-1} DX(j)^2 & \sum_{j=0}^{N-1} DX(j) \cdot DY(j) & \sum_{j=0}^{N-1} DX(j) \cdot DZ(j) \\ \sum_{j=0}^{N-1} DX(j) \cdot DY(j) & \sum_{j=0}^{N-1} DY(j)^2 & \sum_{j=0}^{N-1} DY(j) \cdot DZ(j) \\ \sum_{j=0}^{N-1} DX(j) \cdot DZ(j) & \sum_{j=0}^{N-1} DY(j) \cdot DZ(j) & \sum_{j=0}^{N-1} DZ(j)^2 \end{bmatrix} \quad (7)$$

【0041】次いで最新の位置座標 $P(0) = (X(0), Y(0), Z(0))$ と、 $(N-1)$ サンプル前(時間 ΔT 前)の位置座標 $P(N-1) = (X(N-1), Y(N-1), Z(N-1))$ を近似直線LMV上の位置に補正する。具体的には、前記式(5a)に Z 座標 $Z(0)$ 、 $Z(N-1)$ を適用することにより、すなわち下記式(8)により、補正後の位置座標 $P_v(0) = (X_v(0), Y_v(0), Z_v(0))$ 及び $P_v(N-1) = (X_v(N-1), Y_v(N-1), Z_v(N-1))$ を求める。

【数7】

$$\begin{aligned} X_v(j) &= (Z(j) - Z_{av}) \times \frac{1x}{1z} - X_{av} \\ Y_v(j) &= (Z(j) - Z_{av}) \times \frac{1y}{1z} - Y_{av} \\ Z_v(j) &= Z(j) \\ j &= 0, N-1 \end{aligned} \quad (8)$$

$$V_s = (Z_v(N-1) - Z_v(0)) / \Delta T \quad (9)$$

$$Z_v(0) / V_s \leq T \quad (10)$$

$$|Y_v(0)| \leq H \quad (11)$$

【0044】ここで、 $Z_v(0)$ は最新の距離検出値(v は近似直線LMVによる補正後のデータであることを示すために付しているが、 Z 座標は補正前と同一の値である)であり、 $Z_v(N-1)$ は、時間 ΔT 前の距離検出値である。また T は、余裕時間であり、衝突の可能性を予測衝突時刻より時間 T だけ前に判定することを意図したものであり、例えば2～5秒程度に設定される。また H は、 Y 方向、すなわち高さ方向の範囲を規定する所定高さであり、例えば自動車10の車高の2倍程度に

示す。以下の説明における $D(j)$ 、 $X(j)$ 、 $Y(j)$ 、 $Z(j)$ 等も同様である。

【0039】より具体的には、平均位置座標 P_{av} から各データ点の座標 $P(0) \sim P(N-1)$ に向かうベクトル $D(j) = (DX(j), DY(j), DZ(j)) = (X(j) - X_{av}, Y(j) - Y_{av}, Z(j) - Z_{av})$ と、方向ベクトル L との内積 s を下記式(6)により算出し、この内積 s の分散が最大となる方向ベクトル $L = (1x, 1y, 1z)$ を求める。

有値と固有ベクトルを算出するには、ヤコビ法(例えば「数値計算ハンドブック」(オーム社)に示されている)として知られている手法を用いる。

【数6】

【0042】式(8)で算出された位置座標 $P_v(N-1)$ から $P_v(0)$ に向かうベクトルとして、相対移動ベクトルが得られる。このようにモニタ期間 ΔT 内の複数(N 個)のデータから対象物の自車両10に対する相対移動軌跡を近似する近似直線を算出して相対移動ベクトルを求めることにより、位置検出誤差の影響を軽減して対象物との衝突の可能性をより正確に予測することが可能となる。

【0043】図3に戻り、ステップS24では、検出した対象物との衝突の可能性を判定し、その可能性が高いときに警報を発する警報判定処理(図4)を実行する。ステップS41では、下記式(9)により Z 方向の相対速度 V_s を算出し、下記式(10)及び(11)が成立するとき、衝突の可能性があると判定してステップS42に進み、式(10)及び/または式(11)が不成立のときは、この処理を終了する。

設定される。式(10)の関係を図示すると図17に示すようになり、検出した相対速度 V_s と距離 $Z_v(0)$ とに対応する座標が、ハッチングを付した領域にあり、かつ $|Y_v(0)| \leq H$ であるとき、ステップS42以下の判定が実行される。

【0045】図18は、カメラ1R、1Lで監視可能な領域を、太い実線で示す外側の三角形の領域AR0で示し、さらに領域AR0内の、 $Z1 = V_s \times T$ より自車両10に近い領域AR1、AR2、AR3を、警報判定領

域としている。ここで領域AR1は、自車両10の車幅 α の両側に余裕 β (例えば50~100cm程度とする)を加えた範囲に対応する領域、換言すれば自車両10の横方向の中心軸の両側に $(\alpha/2+\beta)$ の幅を有する領域であって、対象物がそのまま存在し続ければ衝突の可能性がきわめて高いので、接近判定領域と呼ぶ。領域AR2, AR3は、接近判定領域よりX座標の絶対値が大きい(接近判定領域の横方向外側の)領域であり、この領域内にある対象物については、後述する侵入衝突判定を行うので、侵入判定領域と呼ぶ。なおこれらの領域は、前記式(11)に示したようにY方向には、所定高さHを有する。

【0046】前記ステップS41の答が肯定(YES)

$$\frac{-\alpha \cdot f}{2} \left(\frac{1}{Z_v(0)} - \frac{1}{Z_v(N-1)} \right) \leq x_c(0) - x_c(N-1)$$

【0047】図19に示すように、自車両10の進行方向に対してほぼ90°の方向から進行してくる動物20がいた場合、 $X_v(N-1)/Z_v(N-1) = X_v(0)/Z_v(0)$ であるとき、換言すれば動物の速度 V_p と相対速度 V_s の比 $V_p/V_s = X_r(N-1)/Z_r(N-1)$ であるとき、自車両10から動物20と見る方位角 θ_d は一定となり、衝突の可能性が高い。式(12)は、この可能性を自車両10の車幅 α を考慮して判定するものである。以下図20を参照して式(12)の導出手法を説明する。

【0048】対象物20の最新の位置座標と時間 ΔT 前

$$Z - Z_v(0) = \frac{Z_v(N-1) - Z_v(0)}{X_v(N-1) - X_v(0)} \times (X - X_v(0)) \quad (14)$$

この式に $Z=0$, $X=XCL$ を代入して XCL を求めると下記式(15)のようになる。

$$XCL = \frac{X_v(0)/Z_v(0) - X_v(N-1)/Z_v(N-1)}{1/Z_v(0) - 1/Z_v(N-1)} \quad (15)$$

【0050】また実空間座標 X と、画像上の座標 x_c と

$$X_v(0) = x_c(0) \times Z_v(0) / f \quad (16)$$

$$X_v(N-1) = x_c(N-1) \times Z_v(N-1) / f \quad (17)$$

であり、これらを式(15)に適用すると、交点X座標 XCL は下記式(18)で与えられる。これを式(13)に代入して整理することにより、式(12)の条件が得られる。

【数11】

$$XCL = \frac{x_c(0)/f - x_c(N-1)/f}{1/Z_v(0) - 1/Z_v(N-1)} \quad (18)$$

【0051】図4に戻り、ステップS43で衝突の可能性が高いと判定したときは、ステップS44に進み、低いと判定したときは本処理を終了する。ステップS44では、以下のようにして警報出力判定、すなわち警報出力を行うか否かの判定を行う。まずブレーキセンサ7の出力から自車両10の運転者がブレーキ操作を行って

となるのは、対象物が接近判定領域AR1または侵入判定領域AR2, AR3のいずれかに存在する場合である。続くステップS42では、対象物が接近判定領域AR1内にあるか否かを判別し、この答が肯定(YES)であるときは、直ちにステップS44に進む一方、否定(NO)であるときは、ステップS43で侵入衝突判定を行う。具体的には、画像上での最新のx座標 $x_c(0)$ (cは前述したように画像の中心位置を実空間原点Oに一致させる補正を行った座標であることを示すために付している)と、時間 ΔT 前のx座標 $x_c(N-1)$ との差が下記式(12)を満たすか否かを判別し、満たす場合に衝突の可能性が高いと判定する。

【数8】

$$\leq \frac{\alpha \cdot f}{2} \left(\frac{1}{Z_v(0)} - \frac{1}{Z_v(N-1)} \right) \quad (12)$$

の位置座標と通る直線、すなわち近似直線LMVとXY平面(X軸とY軸を含む平面、すなわち車両10の先端部に対応する線(X軸)を含み車両10の進行方向に垂直な面)との交点のX座標を XCL とすると、車幅 α を考慮した衝突発生条件は、下記式(13)で与えられる。

$$[-\alpha/2 \leq XCL \leq \alpha/2] \quad (13)$$

一方近似直線LMVをXZ平面に投影した直線は、下記式(14)で与えられる。

【数9】

は、前記式(3)に示した関係があるので、

るか否かを判別し、ブレーキ操作を行っていない場合は直ちにステップS45に進んで、警報出力を行う。ブレーキ操作を行っている場合には、それによって発生する加速度 G_s (減速方向を正とする)を算出し、この加速度 G_s が所定閾値 G_{TH} 以下であるときは、ステップS45に進む一方、 $G_s > G_{TH}$ であるときは、ブレーキ操作により衝突が回避されると判定して本処理を終了する。これにより、適切なブレーキ操作が行われているときは、警報を発しないようにして、運転者に余計な煩わしさを与えないようにすることができる。

【0052】所定閾値 G_{TH} は、下記式(19)のように定める。これは、ブレーキ加速度 G_s がそのまま維持された場合に、距離 $Z_v(0)$ 以下の走行距離で自車両

10が停止する条件に対応する値である。

【数12】

$$GTH = \frac{Vs^2}{2 \times Zv(0)} \quad (19)$$

ステップS45では、スピーカ3を介して音声による警報を発するとともに、図21に示すようにHUD4により例えばカメラ1Rにより得られる画像を画面4aに表示し、接近してくる対象物を強調表示する(例えば枠で囲んで強調する)する。図21(a)はHUDの画面4aの表示がない状態を示し、同図(b)が画面4aが表示された状態を示す。このようにすることにより、衝突の可能性の高い対象物を運転者が確実に認識することができる。

【0053】以上のように本実施形態では、同一対象物についての時系列の複数の位置データに基づいてその対象物の実空間での位置を算出し、その実空間位置から移動ベクトルを算出し、そのようにして算出された移動ベクトルに基づいて対象物と自車両10との衝突の可能性を判定するようにしたので、従来の装置のような誤判定が発生することがなく、衝突可能性の判定精度を向上させることができる。また、対象物の相対移動軌跡を近似する近似直線LMVを求め、検出位置がこの近似直線上の位置するように位置座標を補正し、補正後の位置座標から移動ベクトルを求めるようにしたので、検出位置の誤差の影響を軽減してより正確な衝突可能性の判定を行うことができる。また車幅αを考慮した衝突判定を行うようにしたので、衝突の可能性を正確に判定し、無用の警報を発することを防止することができる。

【0054】本実施形態では、画像処理ユニット2が、相対位置検出手段、移動ベクトル算出手段、判定手段、及び警報手段の一部を構成する。より具体的には、図3のステップS11～S22及びS31～S33が相対位置検出手段に相当し、ステップS23が移動ベクトル算出手段に相当し、図4のステップS41～S44が判定手段に相当し、同図のステップS45並びにスピーカ3及びHUD4が警報手段に相当する。

【0055】なお本発明は上述した実施形態に限るものではなく、種々の変形が可能である。例えば、本実施形態では、撮像手段として赤外線カメラを使用したのが、例えば特開平226490号公報に示されるように通常の可視光線のみ検出可能なテレビカメラを使用してもよい。ただし、赤外線カメラを用いることにより、動物あるいは走行中の車両などの抽出処理を簡略化することができ、演算装置の演算能力が比較的低いものでも実現できる。また上述した実施形態では、車両の前方を監視する例を示したが、車両の後方などいずれの方向を監視するようにしてもよい。

【0056】

【発明の効果】以上詳述したように請求項1に記載の発明によれば、撮像手段により得られる画像から対象物の

当該車両に対する相対位置が位置データとして検出され、対象物についての時系列の複数の位置データに基づいてその対象物の実空間での位置が算出され、その実空間位置から移動ベクトルが算出され、この移動ベクトルに基づいて当該車両と衝突する可能性の高い対象物が判定されるので、従来の装置のような誤判定が発生することがなく、衝突可能性の判定精度を向上させることができる。

【0057】請求項2に記載の発明によれば、対象物の相対移動軌跡を近似する近似直線が算出され、その近似直線を用いて位置データを補正することにより移動ベクトルが算出されるので、位置データの検出誤差の影響を軽減して衝突の可能性をより正確に判定することができる。

【0058】請求項3に記載の発明によれば、当該車両の車幅に応じた衝突判定条件を用いて衝突の可能性が判定されるので、衝突の可能性をより一層正確に判定し、無用の警報を発することを防止することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態にかかる周辺監視装置の構成を示すブロック図である。

【図2】図1に示すカメラの取り付け位置を説明するための図である。

【図3】図1の画像処理ユニットにおける処理の手順を示すフローチャートである。

【図4】図3の警報判定処理を詳細に示すフローチャートである。

【図5】赤外線カメラにより得られるグレースケール画像を説明するために、中間階調部にハッチングを付して示す図である。

【図6】グレースケール画像を2値化した画像を説明するために、黒の領域をハッチングを付して示す図である。

【図7】ランレングスデータへの変換処理及びラベリングを説明するための図である。

【図8】対象物の時刻間追跡を説明するための図である。

【図9】右画像中の探索画像と、左画像に設定する探索領域を説明するための図である。

【図10】探索領域を対象とした相関演算処理を説明するための図である。

【図11】視差の算出方法を説明するための図である。

【図12】視差から距離を算出する手法を説明するための図である。

【図13】本実施形態における座標系を示す図である。

【図14】回頭角補正を説明するための図である。

【図15】車両の回頭により発生する画像上の対象物位置のずれを示す図である。

【図16】相対移動ベクトルの算出手法を説明するための図である。

【図17】警報判定を行う条件を説明するための図である。

【図18】車両前方の領域区分を説明するための図である。

【図19】衝突が発生しやすい場合を説明するための図である。

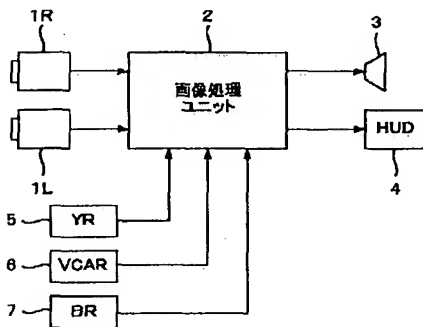
【図20】車両の幅に応じた侵入警報判定の手法を説明するための図である。

【図21】ヘッドアップディスプレイ上の表示を説明するための図である。

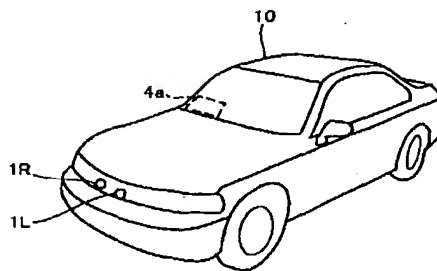
【符号の説明】

- 1R、1L 赤外線カメラ（撮像手段）
 2 画像処理ユニット（相対位置検出手段、移動ベクトル算出手段、判定手段、警報手段）
 3 スピーカ（警報手段）
 4 ヘッドアップディスプレイ（警報手段）
 5 ヨーレートセンサ
 6 車速センサ
 7 ブレーキセンサ

【図1】

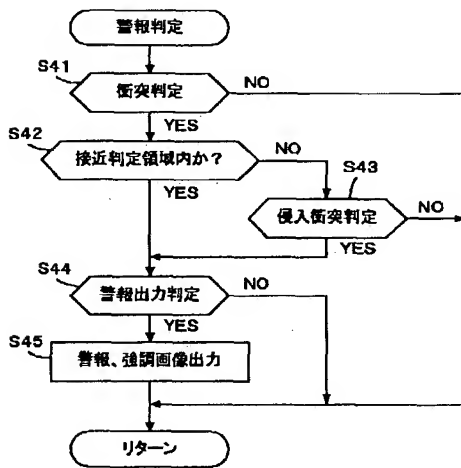


【図2】

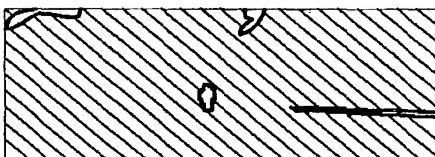


【図5】

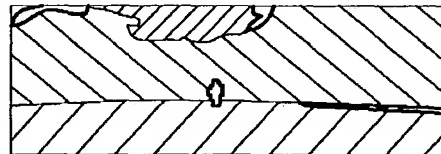
【図4】



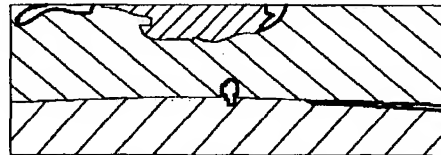
【図6】



(a) 右画像

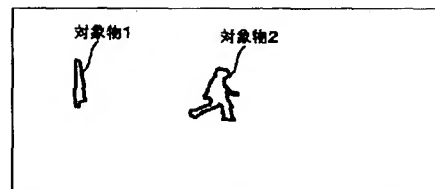


(b) 左画像



【図8】

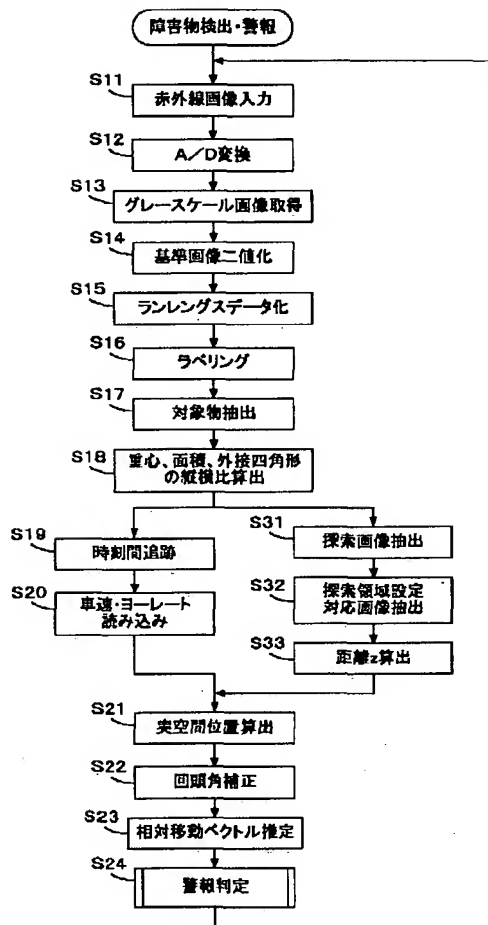
(a) 時刻k



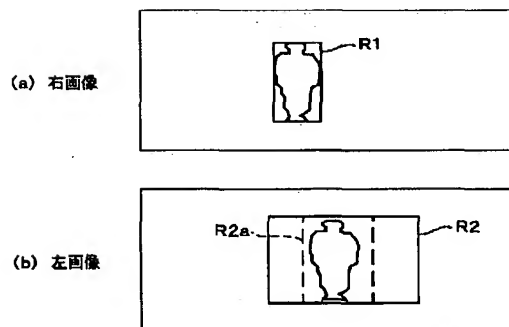
(b) 時刻(k+1)



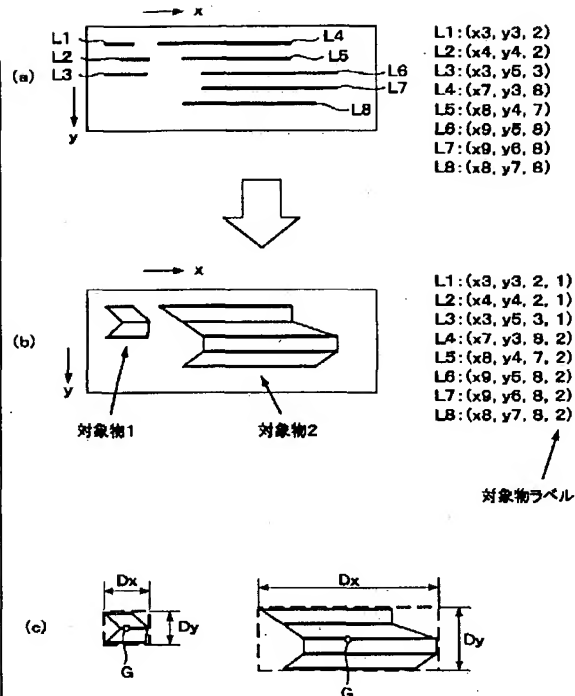
【図3】



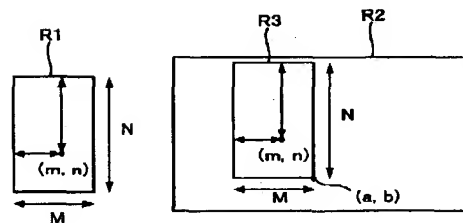
【図9】



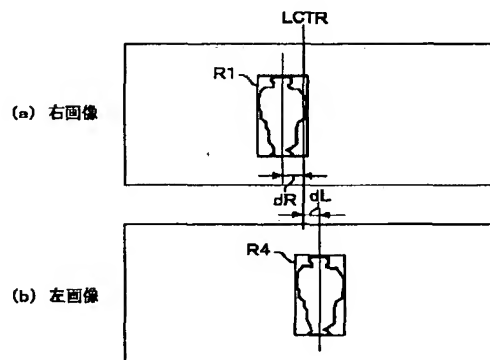
【図7】



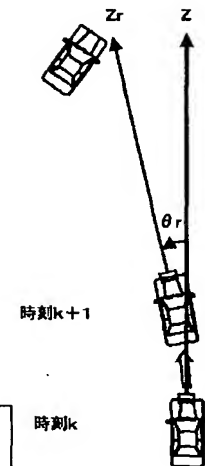
【図10】



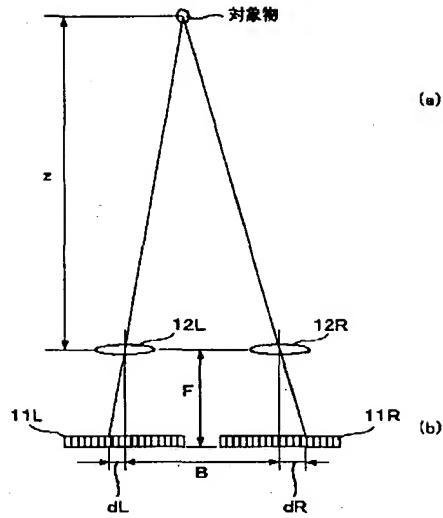
【図11】



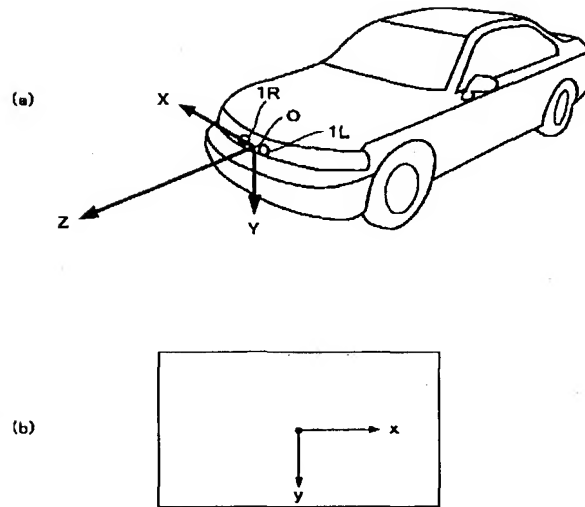
【図14】



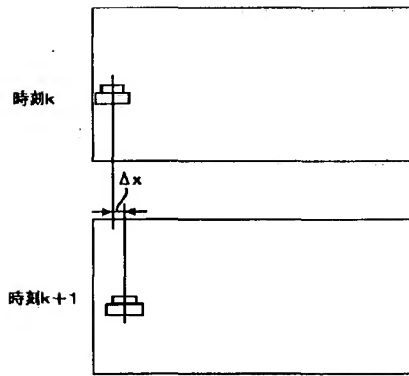
【図12】



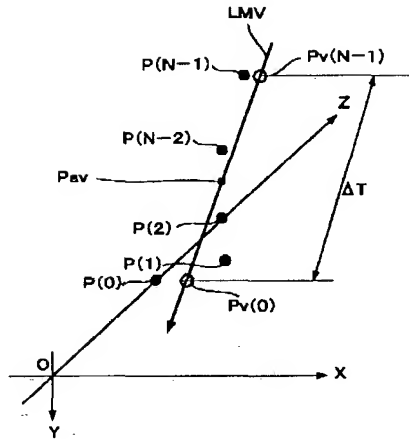
【図13】



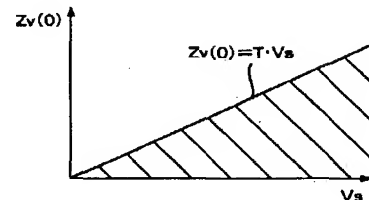
【図15】



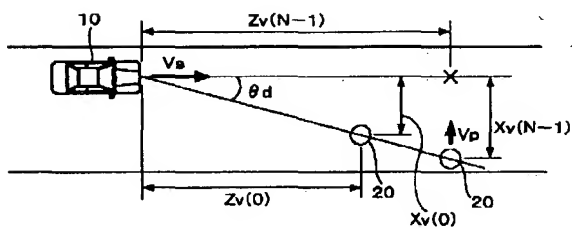
【図16】



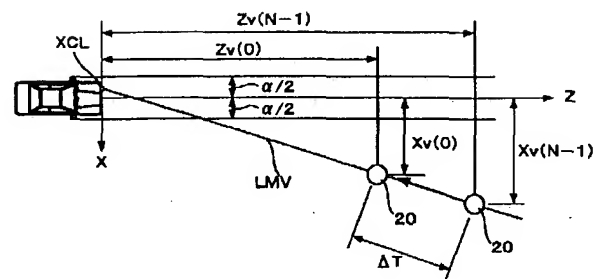
【図17】



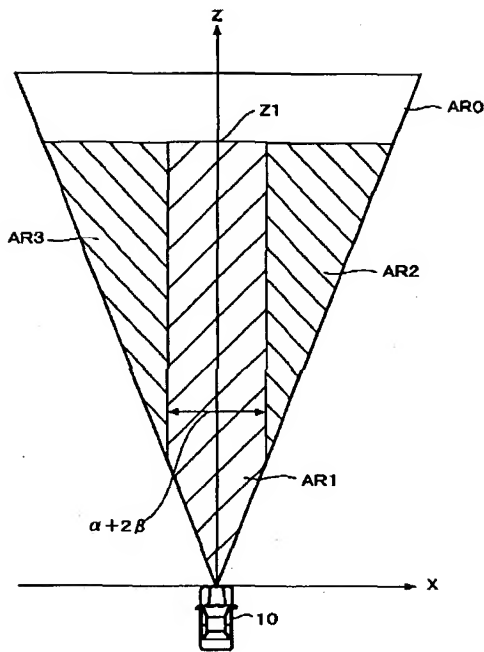
【図19】



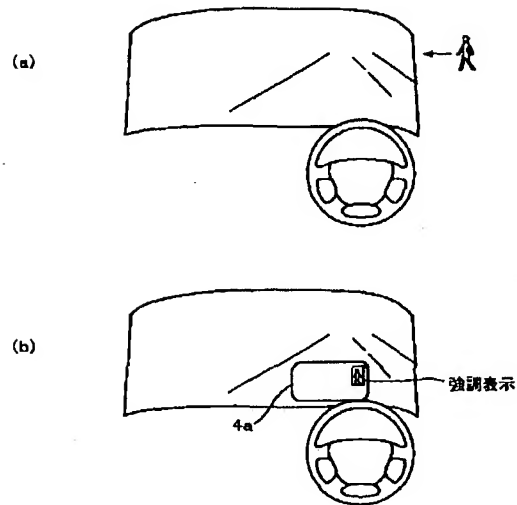
【図20】



【図18】



【図21】



【手続補正書】

【提出日】平成11年12月27日(1999.12.27)

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0054

【補正方法】変更

【補正内容】

【0054】本実施形態では、画像処理ユニット2が、

相対位置検出手段、移動ベクトル算出手段、判定手段、及び警報手段の一部を構成する。より具体的には、図3のステップS14～S19が相対位置検出手段に相当し、ステップS20～S23が移動ベクトル算出手段に相当し、図4のステップS41～S44が判定手段に相当し、同図のステップS45並びにスピーカ3及びHUD4が警報手段に相当する。

フロントページの続き

(51)Int. Cl. 7

識別記号

G06T 7/20

H04N 7/18

F I

G06F 15/62

15/70

テームド(参考)

415 9A001

410

(72)発明者 渡辺 正人

埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社
本田技術研究所内

(72)発明者 服部 弘

埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社
本田技術研究所内

Fターム(参考) 2F065 AA02 AA53 BB15 CC11 CC14
CC16 CC40 DD03 FF05 FF24
FF64 FF66 HH02 HH13 JJ00
JJ03 JJ05 JJ09 JJ26 QQ03
QQ05 QQ17 QQ21 QQ24 QQ32
QQ36 QQ38 QQ41 RR07 SS09
5B057 AA16 BA02 CA08 CA13 CA16
CG04 DA07 DA15
5C054 FC12 FC13 FC15 FD03 FE13
HA30
5H180 AA01 CC02 CC04 FF04 LL01
LL08
5L096 AA06 AA09 BA04 DA03 EA24
FA02 GA08 HA04
9A001 DD11 EE02 EE05 GZ01 GZ15
HH23 JJ77 KK54